

Attorney Docket # 4452-580

Express Mail #EV353805799US
Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Hermann SCHLEICHER et al.

Serial No.: n/a

Filed: concurrently

For: Hydrodynamic Torque Converter

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop **Patent Application**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

German Application No. **102 57 349.2**, filed on December 06, 2002,
upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By 

Thomas C. Pontani
Reg. No. 29,763
551 Fifth Avenue, Suite 1210
New York, New York 10176
(212) 687-2770

Dated: December 2, 2003



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 57 349.2
Anmeldetag: 06. Dezember 2002
Anmelder/Inhaber: ZF Sachs AG,
Schweinfurt/DE
Bezeichnung: Hydrodynamischer Drehmomentwandler
IPC: F 16 H 41/26

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

Z F S a c h s A G - S c h w e i n f u r t

5

Patentanmeldung

10

Hydrodynamischer Drehmomentwandler

Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft einen hydrodynamischen Drehmomentwandler gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 2 oder 15.

20

Aus der EP 0 070 662 A1 ist ein hydrodynamischer Drehmomentwandler mit einem zumindest ein Pumpen- und ein Turbinenrad aufweisenden hydrodynamischen Kreis bekannt, wobei sowohl das Pumpen- als auch das Turbinenrad jeweils mit einer äußeren Schale zur Aufnahme einer zur Bildung von Strömungskammern dienenden

25 Beschaukelung versehen ist, und die Schaufeln jeweils an ihren von der jeweiligen äußeren Schale abgewandten Schaufelkanten mit einer als Teil eines Innentorus wirksamen inneren Schale versehen sind. Die Schaufeln des Turbinenrades verfügen sowohl an ihren der äußeren Schale zugewandten Schaufelkanten als auch an ihren der inneren Schale zugewandten Schaufelkanten über Anbindungselemente

30 in Form von angeformten Laschen, die zur Verbindung der Schaufeln mit den Schalen Aussparungen in den letztgenannten durchgreifen und hierfür einen vorbestimmten Mindestüberstand gegenüber der jeweils zugeordneten Schaufelkante aufweisen, wobei der Mindestüberstand eine plastische Verformung der Anbindungselemente zur Herstellung einer Befestigung der Schaufeln an den

35 Schalen durch Hintergreifung derselben an deren jeweils von den Schaufeln abgewandten Rückseiten ermöglicht. Beim Pumpenrad ist diese Art der Verbindung zwischen Schaufel und Schale zwar für die innere Schale realisiert, jedoch ist für die

Verbindung der der äußeren Schale zugewandten Schaufelkanten der Schaufeln mit dieser Schale vorzugsweise ein anderer konstruktiver Weg zu wählen, da trotz der Befestigung der Schaufeln im Pumpenrad für die zwingend benötigte Dichtheit des Wandlergehäuses gesorgt sein muss. Aus diesem Grund ist die äußere Schale des Pumpenrades nicht durch Aussparungen für die Anbindungselemente unterbrochen, sondern lediglich mit Vertiefungen für dieselben.

Wie aus der einzigen Zeichnungsfigur der EP 0 070 662 A1 entnommen werden kann, sind zur Verbindung der Schaufeln von Pumpen- und Turbinenrad mit der jeweiligen inneren Schale jeweils zwei Anbindungselemente vorgesehen, während zur Befestigung der Schaufeln an der äußeren Schale des Turbinenrades drei Anbindungselemente vorhanden sind. Eine derartige Festlegung der Anzahl von Anbindungselementen bezogen auf die äußere Schale sowie auf die innere Schale vorzugsweise im Turbinenrad mag zwar bei hydrodynamischen Drehmomentwandlern mit konventioneller Auslegung des hydrodynamischen Kreises sinnvoll sein, jedoch behandelt die europäische Offenlegungsschrift eine spezielle Wandlerausführung, bei welcher der hydrodynamische Kreis, in der Fig. mit H bezeichnet, sich in vergleichsweise großem Abstand R_i zu einer Mittenachse A befindet, weshalb derartige Drehmomentwandler in Fachkreisen kurz als Hoch/Rund-Ausführung bezeichnet sind. Hoch/Rund-Ausführungen haben den Vorteil, dass der hydrodynamische Kreis wegen seines großen Abstandes zur Mittenachse in Radialrichtung über eine begrenzte Höhe H verfügt, so dass bei Ausgestaltung sowohl des Pumpen- als auch des Turbinenrades jeweils mit einem der idealen Kreisform angenäherten Querschnitt nur eine begrenzte Axialerstreckung des hydrodynamischen Kreises in Kauf genommen werden muss, wodurch hervorragende hydrodynamische Eigenschaften mit geringem axialen Bauraumbedarf erzielt werden können. Es besteht allerdings wegen sehr starker Schalenkrümmung das Problem, die Schaufeln mitsamt deren Anbindungselementen in die zur Befestigung an den Schalen bestimmten Positionen einzufädeln, wobei die zur Aufnahme der Anbindungselemente benötigten Aussparungen in den Schalen zum Erhalt der benötigten Festigkeit mit geringstmöglicher Übergröße gegenüber den Anbindungselementen auszubilden sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Schalen und Schaufeln an zumindest einem Laufrad des hydrodynamischen Kreises derart auszubilden, dass auch bei starker Schalenkrümmung infolge eines radial sehr kompakten hydrodynamischen Kreises eine problemlose Montierbarkeit der Schaufeln bei gewünschter Betriebsfestigkeit gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in den Kennzeichen der Ansprüche 1, 2 oder 15 angegebenen Merkmale gelöst.

10

Durch Reduzierung der Anzahl der Anbindungselemente an der inneren Schale des entsprechenden Laufrades zugewandten Schaufelkante um jeweils ein Anbindungselement wird die Problematik, die sich bei der Bauraumreservierung für die zur Aufnahme der Anbindungselemente bestimmten Aussparungen sowie für die geringe Hintergreifungsfläche für die Anbindungselemente an der Rückseite der inneren Schale ergibt, einerseits reduziert und andererseits kann nun die für diese Verbindung bestgeeignete Stelle der inneren Schale für den Durchtritt des Anbindungselementes und die Hintergreifung ausgewählt werden. Des weiteren verbleibt dieser Schale trotz ihrer in Radialrichtung sehr geringen Ausdehnung die benötigte Formstabilität, die bei einer höheren Anzahl an Aussparungen für mehr Anbindungselemente nicht ohne weiteres sichergestellt wäre. Um trotz der Reduzierung der Anzahl der Anbindungselemente an der inneren Schale die vorbestimmte Betriebsfestigkeit der Schaufeln gegenüber dem durch den hydrodynamischen Kreis erzeugten Druck aufrechterhalten zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Anzahl der Anbindungselemente an der äußeren Schale zugewandten Schaufelkante um jeweils ein Anbindungselement zu erhöhen. Damit wird der im hydrodynamischen Kreis vorhandene Druck stärker als bislang im Bereich der äußeren Schale des entsprechenden Laufrades aufgenommen, wobei die äußere Schale aufgrund ihrer erheblich größeren Radialerstreckung und geringeren Krümmung gegenüber der inneren Schale mit erheblich weniger Kompromissen den Platz für eine zusätzliche Aussparung für ein weiteres Anbindungselement anbietet, als dies an der inneren Schale der Fall wäre.

Ist der hydrodynamische Kreis in Radialrichtung derart kompakt ausgebildet, dass die Einlegung von Schaufeln, insbesondere hierbei mit einer erhöhten Anzahl von der äußeren Schale zugewandten Anbindungselementen, bei konventioneller Ausbildung der letztgenannten, nicht mehr möglich ist, wird erfindungsgemäß
5 wenigstens eines der Anbindungselemente lediglich entlang eines Haltesegmentes mit einem für die Hintergreifung der Rückseite der zugeordneten Schale hinreichenden Mindestüberstand ausgebildet, während ein Positioniersegment des Anbindungselementes auf einen gegenüber dem Mindestüberstand kleineren Restüberstand begrenzt ist. Das Prinzip dieser Lösung liegt also darin, dem
10 Anbindungselement eine hinreichende Länge in Erstreckungsrichtung zu geben, um an diesem zur Gewährleistung der Betriebsfestigkeit einen beträchtlichen Momentenübertragungsbereich gegenüber der jeweiligen Schale des Laufrades verfügbar zu haben, jedoch wird von dem gesamten Momentenübertragungsbereich des Anbindungselementes lediglich ein Teil, nämlich das Haltesegment, für die
15 Befestigung der Schaufeln an der Schale genutzt. Konsequenterweise wird dieses Haltesegment des Anbindungselementes gegenüber einem konventionellen Anbindungselement schmaler ausgebildet sein. Der zweite Teil des Anbindungselements, nämlich das Positioniersegment, zeichnet sich dagegen durch seinen gegenüber dem Mindestüberstand des Haltesegmentes kleineren
20 Restüberstand aus und verhilft dadurch der Schaufel zu einer geringeren Radialerstreckung, insbesondere, wenn das mit Halte- und Positioniersegment ausgebildete Anbindungselement an einem radialen Erstreckungsende der Schaufel vorgesehen ist, wobei sinnvollerweise das Positioniersegment sich an der Stelle des
25 radialen Erstreckungsendes der Schaufel befindet. Verständlicherweise wird hierdurch ein Einlegen von Schaufeln in die Schalen des entsprechenden Laufrades auch bei extrem kleiner Radialerstreckung dieser Schalen vereinfacht.

Weiterhin bietet sich aufgrund der Ausbildung zumindest eines Anbindungselementes mit Halte- und Positioniersegment die Möglichkeit, die jeweils
30 zugeordnete Aussparung in der Schale auch bei extrem kompaktem radialen Bauraum derart anzupassen, dass sich das Positioniersegment mittels eines an seinem vom Halteabschnitt abgewandten Stützabschnittes an einer zugeordneten Begrenzung der Aussparung abstützt, so dass, wenn sich dieses erfindungsgemäße

Anbindungselement an einem Erstreckungsende der Schaufel befindet und ein weiteres Anbindungselement am jeweils anderen radialen Erstreckungsende der Schaufel ebenfalls über einen Stützabschnitt zur Anlage an einer Begrenzung der zugeordneten Aussparung verfügt, die Schaufel derart in die jeweilige Schale
5 einsetzbar ist, dass sie unter Mitwirkung der vorgenannten beiden Anbindungselemente in die Schale einrastet, was, sofern dieses Einrasten mit vorbestimmter Vorspannung geschieht, zu einer hohen Betriebsfestigkeit der Schaufel sowie zu einer klapperfreien Aufnahme derselben in der Schale des jeweiligen Laufrades führt.

10 Durch Ausbildung des mit Halte- und Positioniersegment ausgebildeten Anbindungselementes bevorzugt im Bereich eines radialen Erstreckungsendes der Schaufel wird dieses Anbindungselement im wesentlichen angrenzend an eine Strömungseintrittskante der Schaufel oder an eine Strömungsaustrittskante der
15 Schaufel vorgesehen sein. Bevorzugt kann hierbei die Schaufel zumindest an demjenigen radialen Erstreckungsende, das gegenüber dem mit Halte- und Positioniersegment ausgebildeten Anbindungselement den größtmöglichen Abstand einnimmt, eine die Erstreckungsweite der Schaufel in dieser Richtung begrenzende Anfasung vorgesehen sein, die ebenso wie das Positioniersegment eine Verkürzung
20 der Schaufel in ihrer radialen Erstreckungsweite bewirkt. Zudem kann die Schaufel mit Vorzug an ihrem mit der Anfasung ausgebildeten Erstreckungsende zuerst in die zugeordnete Schale eingesetzt werden, um dann durch eine Schwenkbewegung um die als Schwenkzentrum dienende Anfasung auch mit dem anderen Erstreckungsende in die Schale bewegt zu werden, wobei sich auf diese Weise eine
25 Verbesserung der Einführbarkeit von Halte- und Positioniersegment in den jeweils entsprechenden Abschnitt der zugeordneten Aussparung in der Schale ergibt.

Speziell auf die in Radialrichtung extrem kompakt ausgebildete und stark gekrümmte innere Schale eingehend, ist bei dieser mit Vorzug vorgesehen, zumindest eines der
30 Anbindungselemente, oder aber bei Ausbildung der der inneren Schale zugewandten Schaufelkante lediglich mit einem Anbindungselement, dasselbe mehrteilig mit einzelnen Anbindungssegmenten auszubilden. Aufgrund dieser Maßnahme steht die gleiche Hintergreifungsfläche am Anbindungselement zur

Verfügung wie bei einer einstückigen Ausbildung desselben, und dennoch können die einzelnen Anbindungssegmente zum einen quer zu ihrer Erstreckungsrichtung deutlich schmäler ausgebildet sein als ein einstückiges Anbindungselement, und zum anderen können die Anbindungssegmente mit einem von der Krümmung der
5 Schaufeln abhängigen Winkelpersatz zueinander angeordnet sein, so dass, sofern auch die zur Aufnahme der Anbindungssegmente vorgesehene Aussparung mit Aussparungsabschnitten ausgebildet ist, deren Winkelpersatz zueinander demjenigen der Anbindungssegmente entspricht, eine auch räumlich optimale Hintergreifbarkeit der Schale durch die Anbindungssegmente sichergestellt ist.
10 Dadurch schmiegen sich die Anbindungssegmente optimal an die Krümmung der inneren Schale an deren Rückseite an.

Aus fertigungstechnischen Gründen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Anbindungselemente, unabhängig davon, ob sie an der der äußeren Schale eines
15 Laufrades zugewandten Schaufelkante oder an der der inneren Schale zugewandten Schaufelkante vorgesehen sind, ebenflächig auszubilden, da sich hierdurch einerseits auch bei Ausbildung der zugeordneten Aussparung nur um Spielbreite größer als das Anbindungselement, das Einfügen desselben einfacher gestaltet als bei krümmungsbehafteten Anbindungselementen, und zum anderen ist aufgrund der
20 Ebenflächigkeit der Anbindungselemente die hierfür vorgesehene Aussparung in der bezüglich ihrer Dimensionierung und ihres Erstreckungsverlaufs leicht an das jeweilige Anbindungselement anpassbar, was wiederum einer exakten Einpassung der Schaufel in die jeweilige Schale des Laufrades und damit dem Erhalt der Betriebsfestigkeit sowie einer Vermeidung von Klappergeräuschen zugute kommt.
25 Es ist hierbei zu bedenken, dass die Ausbildung der Aussparung in den Schalen vor Herstellung der Schaufelkrümmung erfolgt, so dass, würden für gekrümmte Anbindungselemente gekrümmte Aussparungen in der Schale benötigt, deren Erstreckungsverlauf ebenso wie deren Position innerhalb der Schale bei Herstellung der Schalenkrümmung sich wesentlich verändern können.

30 Da somit die Anbindungssegmente einerseits ebenflächig ausgebildet sein sollen, andererseits die Schaufel aufgrund hydrodynamischer Bedingungen zumindest teilweise über einen mit Krümmung ausgebildeten Bereich verfügen kann, entstehen

speziell an den Stellen der Schaufel, an denen eine ebenflächige Zone, wie beispielsweise die besagten Anbindungselemente, in eine Zone mit Schaufelkrümmung übergeht, Probleme, weshalb vorgesehen ist, wenigstens einen Übergang von einer Wurzel eines Anbindungselementes zur benachbarten, mit Schaufelkrümmung ausgebildeten Schaufelkante, mit einem Entlastungsfreischchnitt auszubilden, welcher, ausgehend von der Wurzel des Anbindungselementes, über die Schaufelkante in die Schaufel hineingreift und von dort aus mittels eines vorbestimmten Übergangsradius zur Schaufelkante zurückführt. Selbstverständlich wird diese Maßnahme bereits bei Herstellung der Schaufel erfolgen, so dass durch den Entlastungsfreischchnitt gleichzeitig ein herstellungsbedingter Schneidgrad an der Schaufel entfernt werden kann.

Dieser Schneidgrad wird insbesondere dann entstehen, wenn die Schaufel aus einem metallischen Trägermaterial mit einer Beschichtung aus weicherem Material, beispielsweise aus Kupfer, für zumindest eine Seite des Trägermaterials hergestellt ist, wobei üblicherweise eine derartige Kupferbeschichtung durch Aufwalzen auf das Trägermaterial aufgebracht und das dementsprechend behandelte Trägermaterial als „kupferplattiert“ bezeichnet wird. Beim Durchtrennen des kupferplattierten Trägermaterials würde an derjenigen Seite, an welcher ein Schneidwerkzeug eindringt, ein Feinschnittbereich entstehen, während ein tiefer im Trägermaterial liegender Restbereich bei weiterem Eindringen des Schneidwerkzeuges wegbricht und dabei mit seiner Bruchkante tief in das weichere Platinierungsmaterial an der vom Schneidwerkzeug abgewandten Seite eindringt. Dadurch würde ein Schneidgrad entstehen, der erst nach Abtragen der Platinierungsschicht sichtbar wird, wobei dieses Abtragen der Platinierungsschicht nach Einsetzen der Schaufeln in die zugeordneten Schalen des Laufrades durch Erhitzung in Form eines Abschmelzens erfolgt, wobei diese Abschmelzung als Lot zur Festverbindung der Schaufeln mit den Schalen dient. Dieser Schneidgrad würde durch den zuvor erläuterten Entlastungsfreischchnitt aus einem kritischeren Bereich der Schaufel in einen weniger kritischen Bereich verlagert. Ergänzend oder alternativ kann der Schneidgrad aber auch durch einen die Oberfläche der Schaufel glättenden Prägevorgang zumindest weitgehend eingeebnet werden. Mit Vorzug wird ein derartiger Prägevorgang im Bereich der Strömungseintrittskante und/oder der

Strömungsaustrittskante der Schaufel vorgenommen, um einen möglichst glattflächigen Strömungsverlauf sowohl am Eintritt der Strömung des hydrodynamischen Kreises in das jeweilige Laufrad als auch beim Austritt der Strömung aus diesem Laufrad zu gewährleisten.

5

Vorzugsweise kann die Schaufel in derjenigen Ebene, die von der Strömungsaustrittskante in Richtung zur Strömungseintrittskante führt, mit einer ersten Krümmungsebene versehen sein, während die Strömungsaustrittskante mit einer Schaufelkrümmung in Erstreckungsrichtung und daher mit einer gegenüber der ersten Krümmungsebene mit Versatz ausgebildeten zweiten Krümmungsebene verlaufen kann. Die von der Strömungsaustrittskante der Schaufel weglaufernde erste Krümmungsebene strebt im wesentlichen einer Neutrallinie an der Schaufel zu, an welcher die Zone mit Schaufelkrümmung in eine ebenflächige Zone der Schaufel übergeht. Vorzugsweise wird diese Neutrallinie dazu genutzt, um die Schaufel an denjenigen Stellen, an denen die jeweilige Schaufelkante die Neutrallinie der Schaufel schneidet, an Fixierstegen eines Platinenrahmens anzubinden, der ebenso wie die Fixierstege und die Schaufel Teil einer Schaufelplatine sind, die für die Herstellung der Schaufeln vorzugsweise von einer Bandrolle abtrennbar ist und aus dem bereits erläuterten Platinenmaterial, nämlich einem kupferplattinierten metallischen Trägermaterial, wie beispielsweise DD 03, also einem handelsüblichen Stahl, bestehen kann. Bei der derart gewonnenen Schaufelplatine können mittels fertigungstechnischer Bearbeitungsvorgänge zum einen die Schaufel, die Fixierstege und der Platinenrahmen durch Entfernen von Platinenmaterial aus einem Freistellungsbereich, beispielsweise mittels eines Stanzvorganges, aus der ursprünglichen Schaufelplatine herausgearbeitet werden, um anschließend durch weitere Bearbeitungsvorgänge, wie beispielsweise durch Umformvorgänge, die Schaufel mit der hierfür erforderlichen Krümmung auszubilden. Für diese Bearbeitungsvorgänge ist die Anbindung der Schaufel an den Fixierstegen jeweils im Bereich der Neutrallinie von Vorteil, da hierdurch die Schaufel mit einem Bereich im Platinenrahmen gehalten ist, in welchem die Schaufel wegen der Vorgabe der Ebenflächigkeit entlang der Neutrallinie keinem Verformungsvorgang unterworfen ist. Mit zunehmendem Abstand von dieser Neutrallinie, also in einem Bereich, in welchem die Schaufel gegenüber dem Platinenrahmen vollständig freigestellt ist,

kann die Schaufel dagegen mit beliebiger Krümmung verformt werden. Sobald die Schaufel derart feiggestellt und geformt ist, kann sie durch einen abschließenden fertigungstechnischen Trennvorgang von den Fixierstegen und damit vom Platinenrahmen gelöst werden. Die Schaufel steht sodann für einen Einbau in das
5 hierfür bestimmte Laufrad zur Verfügung.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

- 10 Figur 1 die obere Hälfte eines hydrodynamischen Drehmomentwandlers im Schnitt;
- Figur 2 eine vergrößerte Herauszeichnung des in Fig. 1 mit X bezeichneten hydrodynamischen Kreises,
- 15 Figur 3 eine vergrößerte Herauszeichnung der in Fig. 2 mit Y bezeichneten Einzelheit;
- Figur 4 eine Herauszeichnung einer Schaufel, wie sie der Fig. 2 am
20 Turbinenrad entnehmbar ist;
- Figur 5 eine vergrößerte Herauszeichnung des radial äußeren Abschnittes der Schaufel nach Fig. 4;
- 25 Figur 6 wie Fig. 4, aber mit zwei Anbindungssegmenten an der einer inneren Schale zugewandten Schaufelkante;
- Figur 7 Draufsicht auf eine innere Schaufel mit Durchgang der Anbindungssegmente der Schaufel gemäß Fig. 6;
- 30 Figur 8 eine Schaufelplatine mit einem Platinenrahmen und Fixierstegen zur Aufnahme einer Schaufel;

Figur 9 eine vergrößerte Herauszeichnung der Einzelheit Z in Fig. 8;

Figur 10 eine Bandrolle auf einem Transportelement zur Herstellung von Schaufelplatinen;

Figur 11 einen Querschnitt durch das Platinenmaterial.

Fig. 1 zeigt einen hydrodynamischen Wandler mit einem Wandlergehäuse 1, das im Bereich einer Mittenachse 2 über einen Lagerzapfen 3 verfügt, der an einen Wandlerdeckel 5 angeformt ist und in üblicher, daher nicht gezeigter Weise in eine Aufnahme einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine einsetzbar ist. Im radial äußeren Bereich des Wandlerdeckels 5 ist ein Befestigungselement 7 vorgesehen, das – vorzugsweise über eine in üblicher Weise vorgesehene und daher nicht gezeigte Flexplate - zur Anbindung des Wandlergehäuses 1 an die bereits erwähnte Kurbelwelle dient.

Der Wandlerdeckel 5 ist mit einer äußeren Schale 9 eines Pumpenrades 11 verbunden, das im radial inneren Bereich in eine Pumpenradnabe 13 übergeht, die zur Anlage einer Axiallagerung 15 dient, an welcher sich ein Radialansatz 21 einer Leitradsnabe 17 des Freilaufs 19 eines Leitrades 25 abstützt. Die Leitradsnabe 17 ist mit einem weiteren Radialansatz 23 ausgebildet, der an der Gegenseite des Freilaufs 19 an einer Axiallagerung 27 zur Anlage kommt, die zwischen sich und einer weiteren Axiallagerung 28 eine Torsionsschwingungsdämpfernabe 29 aufnimmt, die Teil eines Torsionsschwingungsdämpfers 31 ist. Die Torsionsschwingungsdämpfernabe 29 nimmt radial außerhalb des Freilaufs 19 einen Fuß 36 eines Turbinenrades 35 auf, wobei dieser Fuß 36 radial weiter außen unterbrechungsfrei in die äußere Schale 33 des Turbinenrades 35 übergeht.

Der Fuß 36 des Turbinenrades 35 ist über einen Anschlag 37 mit einem Außenlamellenträger 39 fest verbunden, wobei dieser Anschlag 37 die Torsionsschwingungsdämpfernabe 29 mit Spiel in Umfangsrichtung durchgreift und damit dem Turbinenrad 35 sowie dem Außenlamellenträger 39 zu einem begrenzten Relativdrehungsweg gegenüber der Torsionsschwingungsdämpfernabe 29 verhilft,

wobei der Anschlag 37 die Begrenzung dieses Relativdrehungsweges bildet. Ergänzend zum Anschlag 37 ist im Fuß 36 des Turbinenrades 35 ein erstes Federfenster 43 und im Außenlamellenträger 39 ein zweites Federfenster 45 zur Aufnahme eines Umfangsfedersatzes 49 vorgesehen, wobei sich der Umfangsfedersatz 49 anderenends an einem Federfenster 47 der Torsionsschwingungsdämpfernabe 29 abstützt.

Der erwähnte Außenlamellenträger 39 ist Teil einer Überbrückungskupplung 41 und nimmt Außenlamellen 51 drehfest auf, die über Reibbeläge 53 verfügen und in Wirkverbindung mit einer Innenlamelle 55 stehen, die an einer Drehsicherung 57 des Wandlerdeckels 5 befestigt ist.

An einer Wandlerdeckelnabe 67 des Wandlerdeckels 5 ist ein Kolben 59 der Überbrückungskupplung 41 aufgenommen, der über eine Tangentialblattfeder 61 mit einem Haltelement 63 axial verlagerbar, aber drehfest verbunden ist, wobei dieses Haltelement 63 an einem Radialvorsprung 65 einer Wandlerdeckelnabe 67 befestigt ist, die an ihrem Sitz für den Kolben 59 über eine Nutung 69 zur Aufnahme einer Dichtung 71 verfügt. Weiterhin ist die Wandlerdeckelnabe 67 mit Radialkanälen 73 ausgebildet, die einerends mit Radialbohrungen 78 einer Getriebeeingangswelle 77 fluchten und anderenends in eine Druckkammer 75 axial zwischen dem Wandlerdeckel 5 und dem Kolben 59 münden. Da die Radialbohrungen 78 mit einer Innenbohrung 81 der Getriebeeingangswelle 77 in Strömungsverbindung stehen, wird ein Überdruck in der Druckkammer 75 für einen Abhub des Kolbens 59 von den Lamellen 51, 55 zum Ausrücken der Überbrückungskupplung 41 und ein Überdruck auf der Gegenseite des Kolbens 59 zum Einrücken derselben führen.

Die Getriebeeingangswelle 77 steht über eine Verzahnung 79 mit der Torsionsschwingungsdämpfernabe 29 in drehfester Verbindung, und ist durch eine Stützwelle 83 unter Bildung eines Ringkanals 89 umschlossen, wobei diese Stützwelle 83 über eine Verzahnung 85 in Drehverbindung mit dem Freilauf 19 steht. Die Stützwelle 83 ist ihrerseits unter Bildung eines Ringkanals 91 von der Pumpenradnabe 13 umschlossen. Die Ringkanäle 89, 91 dienen über Durchflussskanäle 93, 95 in den Radialansätzen 21, 23 der Leitradnabe 17 zur

Versorgung eines hydrodynamischen Kreises 100 zwischen Pumpenrad 11, Turbinenrad 35 und Leitrad 25. Des weiteren wird aufgrund des im hydrodynamischen Kreis 100 herrschenden Druckes in bereits beschriebener Weise die dem Torsionsschwingungsdämpfer 31 zugewandte Seite des Kolbens 59 mit Druck beaufschlagt.

Zur Beschreibung der Details im hydrodynamischen Kreis 100 wird auf Fig. 2 verwiesen, welche am Pumpenrad 11 Schaufeln 102 erkennen lässt, die mit ihrer der äußeren Schale 9 des Pumpenrades 11 zugewandten Schalenkante 104 in Nutungen 106 der äußeren Schale 9 eindringen und damit flüssigkeitsdicht in der äußeren Schale 9 aufgenommen sind. An der einer inneren Schale 114 des Pumpenrades 11 zugewandten Schalenkante 108 ist dagegen ein Anbindungselement 110 vorgesehen, das eine Aussparung 116 der inneren Schale 114 des Pumpenrades 11 durchdringt und die Rückseite 118 der inneren Schale 114 hintergreift.

Die in Fig. 2 eingezeichneten Pfeile symbolisieren die Strömungsrichtung des hydrodynamischen Kreises 100, wobei das zuvor beschriebene Turbinenrad 11 im radial äußeren Bereich eine Strömungsaustrittskante 120 aufweist, die mit einer Strömungseintrittskante 122 einer Schaufel 124 des Turbinenrades 35 zusammenwirkt. Ebenso zeigt Fig. 2 im radial inneren Bereich der Schaufel 124 des Turbinenrades 35 eine Strömungsaustrittskante 123, wobei die austretende Strömung nach Durchgang durch das Leitrad 25 zur radial innen liegenden Strömungseintrittskante 121 der Schaufel 102 des Pumpenrades 11 gelangt.

An der Schaufel 124 des Turbinenrades 35 sind an der der äußeren Schale 33 des Turbinenrades 35 zugewandten Schalenkante 126 Anbindungselemente 127 bis 129 vorgesehen, die entsprechende Aussparungen 130 bis 132 der äußeren Schale 33 durchgreifen. Hierbei sind die radial äußeren Anbindungselemente mit 127 bezeichnet, die radial inneren Anbindungselemente mit 128 und die beiden radial dazwischenliegenden Anbindungselemente mit 129. Die radial äußere Aussparung ist mit 130 bezeichnet, die radial innere Aussparung mit 132 und die radial dazwischenliegenden Aussparungen jeweils mit 131.

Fig. 4 zeigt die Herauszeichnung der in Fig. 2 erkennbaren Schaufel 124, und zwar vor einem Einbau in das Turbinenrad 33, das ebenso wie das Pumpenrad 11 als Laufrad dient. Wie Fig. 4 zeigt, sind die jeweiligen Anbindungselemente 127 bis 129 in Form von über die Schaufelkante 126 hinausragenden Laschen realisiert, die bei Einführung der Schaufel 124 in die äußere Schale 33 des Turbinenrades 35 durch die entsprechenden Aussparungen 130 bis 132 gesteckt werden. Sobald eine vorbestimmte Position der Schaufel 124 in der äußeren Schale 33 des Turbinenrades 35 eingenommen ist, werden die Anbindungselemente 127 bis 129 für eine Hintergreifung der Rückseite 134 der äußeren Schale 33 umgebogen, was vorzugsweise mittels eines Verrollvorganges erfolgen kann.

Daraufhin kann auf das in Fig. 4 deutlich erkennbare, über die Schaufelkante 136 der Schaufel 124 hinausragende Anbindungselement 138 eine innere Schale 144 aufgeschoben werden, wobei diese eine dem Anbindungselement 138 angepasste Aussparung 142 aufweist. Auch hier wird, nach Aufstecken der inneren Schale 144, das freie Ende des Anbindungselementes 138 zur Hintergreifung der Rückseite 146 der inneren Schale 144 vorzugsweise mittels eines Verrollvorganges umgebogen und dadurch die entgültige Positionierung der Schaufeln 124 des Turbinenrades 35 sichergestellt.

Die innere Schale 114 des Pumpenrades 11 bildet zusammen mit der inneren Schale 144 des Turbinenrades 35 einen Innentorus 148, der nach radial innen durch den an den Leitradschaufeln 150 des Leitrades 25 aufgenommen Leitrادkranz 152 abgeschlossen ist.

Es sei darauf hingewiesen, dass bezüglich der Befestigung der Innenschale 114 des Pumpenrades 11 an dessen Schaufeln 102 die gleiche Vorgehensweise Anwendung finden kann wie bei der Befestigung der Innenschale 144 des Turbinenrades 35 an dessen Schaufeln 124. Dies gilt nicht nur für die bereits beschriebene konstruktive Ausführung von Anbindungselement 110, 138 und Aussparung 116, 142 gemäß Fig. 2 bis 4, sondern darüber hinaus auch für andere konstruktive Ausführungen, von

denen beispielsweise eine in Fig. 6 und 7 dargestellt ist und noch ausführlich behandelt wird.

Zurückkommend auf die Anbindungselemente 127 bis 129 an der der äußeren Schale 33 des Turbinenrades zugewandten Schaufelkante 126, ist gemäß den Fig. 2 bis 4 das radial inneren Anbindungselement 128 des Turbinenrades 35 zweiteilig ausgebildet, und zwar mit einem Haltesegment 154 als ersten Teil, das gemäß den Fig. 3 und 4 um einen Mindestüberstand HM über die Schaufelkante 126 hinausragt. Der zweite Teil des Anbindungselementes 128 wird durch ein Positioniersegment 158 gebildet, das unmittelbar an das Haltesegment 154 angrenzt, gegenüber der Schaufelkante 126 aber einen deutlich geringeren Überstand aufweist als das Haltesegment 154, nämlich einen Restüberstand HR. Wie insbesondere die Fig. 3 zeigt, ist dieser Restüberstand HR derart ausgelegt, dass das Positioniersegment 158 zwar in die Aussparung 132 der äußeren Schale 33 des Turbinenrades 35 eingreift, aber nicht über dessen von der Schaufelkante 126 abgewandte Rückseite 134 hinausragt. Dieses Hinausragen ist dagegen bei dem Haltesegment 154 erforderlich, so dass dieses für die Festverbindung der Schaufel 124 an der Rückseite 134 der äußeren Schale 33 zur Herstellung der Hintergreifung umgebogen werden kann. Das Positioniersegment 158 des Anbindungselementes 128 wird dagegen durch eine Vergrößerung der Kontaktfläche innerhalb der Aussparung 132 für eine stabilere Führung der Schaufel 124 in der Schale 33 quer zur Erstreckungsrichtung des Anbindungselementes 128 sorgen und dennoch aufgrund seines vergleichbar geringen Restüberstandes HR das Einschieben der Schaufel 124 in die Schale 33 erleichtern. Dies ist bei Betrachtung insbesondere der Fig. 3 und 4 verständlich, da durch Ausbildung des Positioniersegmentes 158 mit dem geringen Restüberstand HR die Erstreckungsweite der Schaufel 124 in Radialrichtung geringer ist als dies bei Ausführung des gesamten Anbindungselementes 128 in der Höhe des Mindestüberstandes HM der Fall wäre. Diese Ausführung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn, wie die Fig. 4 oder 5 zeigen, im radial äußeren Bereich der Schaufel 124 eine Anfasung 174 vorgesehen ist, um welche das radial äußere Erstreckungsende 170 der Schaufel 124 gekürzt ist.

Die Schaufel 124 wird bei Ausbildung mit der Anfasung 174 vorzugsweise mit ihrem radial äußeren Erstreckungsende 170 in die Schale 33 eingesteckt, so dass zumindest das radial äußere Anbindungselement 127 in die radial äußere Aussparung 130 eingeschoben wird. Hierbei nimmt die Schaufel 124 eine Position innerhalb der Schale 33 ein, in welcher die Anfasung 174 das Zentrum für eine Schwenkbewegung der Schaufel 124 in die äußere Schale 33 bildet. Bei dieser Schwenkbewegung wird das radial innere Erstreckungsende 172 der Schaufel 124 den größten Schwenkweg zurücklegen, wobei in der Anfangsphase der Schwenkbewegung das Haltesegment 154 zunächst an einer Begrenzung 164 der Aussparung 132 entlang gleitet, um bei fortgesetzter Schwenkbewegung in die Aussparung 132 einzutauchen. Bei weiterhin fortgesetzter Schwenkbewegung der Schaufel 124 wird auch das Positioniersegment 158 durch Entlanggleiten an der Begrenzung 164 die Aussparung 132 passieren und anschließend derart in diese Aussparung 132 eindringen, dass ein Stützabschnitt 162 am Positioniersegment 158 des Anbindungselementes 128 an der Begrenzung 164 der Aussparung 132 in Anlage kommt. Vorzugsweise sind hierbei sowohl die Anbindungselemente 127 und 128 ebenso wie die Aussparungen 130 und 132 derart dimensioniert und zueinander ausgerichtet, dass im eingesetzten Zustand der Schaufel 124 auch das radial äußere Anbindungselement 127 mit einem Stützabschnitt 166 an einer Begrenzung 168 der Aussparung 130 der Schale 33 zur Anlage kommt. Wenn der Kontakt zwischen dem jeweiligen Stützabschnitt 162, 166 der Anbindungselemente 127, 128 und der jeweiligen Begrenzung 164, 168 der Aussparungen 130, 132 ein Einrasten der Anbindungselemente 127, 128 erst dann zulässt, wenn die Schaufel 124 mit geringer Vorspannung in der Schale 33 aufgenommen ist, werden die Schaufeln 124 aufgrund dieser leichten Vorspannung klapperfrei in der Schale 33 gehalten.

Abschließend sei festzuhalten, dass die Erstreckungsbreite L1 beispielsweise des in üblicher Weise ausgebildeten Anbindungselementes 127, wie Fig. 2 oder 4 zeigt, deutlich geringer ist als die Größe L2 des mit Haltesegment 154 und Positioniersegment 158 ausgebildeten Anbindungselementes 128, wobei bedingt durch das Haltesegment 154, die reine Hintergreifungsbreite des Anbindungselementes 128 vergleichbar groß ist wie bei den übrigen Anbindungselementen 127, 129. Ergänzend bietet sich aber aufgrund des

Positioniersegmentes 158 der Vorteil für das Anbindungselement 128, dieses bis unmittelbar an das radial innere Erstreckungsende 172 der Schaufel 124 heranführen zu können und dadurch der Schaufel 124 die in diesem Bereich dringend benötigte Abstützung gegen den von der Strömung im hydrodynamischen Kreis 100 aufgebauten Druck zur Verfügung zu stellen. Zugunsten einer noch besseren Abstützung der Schaufel 124 gegen diesen Druck kann ergänzend vorgesehen sein, die in Fig. 4 gezeigte Strömungsaustrittskante 123 der Schaufel 124 entlang ihrer Erstreckung mit einer Krümmung auszubilden. Es hat sich gezeigt, dass diese Maßnahme die Stabilität der Schaufel 124 gegen den hydrodynamischen Druck erhöht.

Die Schaufel 124 in Fig. 4 zeigt an ihrer der inneren Schale 144 des Turbinenrades 35 zugewandten Seite ein einzelnes Anbindungselement 138, das bei der angestrebten engen radialen Dimensionierung der inneren Schale 144 besser unterzubringen ist als zwei Anbindungselemente, wie sie beim Stand der Technik, beispielsweise bei der eingangs zitierten EP 0 070 662 A1 vorgesehen sind. Um dennoch die benötigte Betriebsfestigkeit der Schaufeln 124 im Turbinenrad 35 beibehalten zu können, ist vorgesehen, anstelle der üblichen und beim vorgenannten Stand der Technik zeichnerisch dargestellten drei Anbindungselemente im Bereich der äußeren Schale nunmehr vier Anbindungselemente 127 bis 129 zu verwenden und somit die äußere Schale 33 des Turbinenrades 35 zur Abstützung der Schaufeln 124 in Bezug zur anderen Schaufelkante 136 heranzuziehen.

Bei radial besonders kleinen und daher extrem gekrümmten inneren Schalen 144 des Turbinenrades 35 wird selbst bei Reduzierung der Anzahl an Anbindungselementen 138 auf ein Anbindungselement 138 dasselbe aufgrund seiner in Radialrichtung relativ breiten Ausführung beim Umbiegen zur Hintergreifung der Rückseite 146 der inneren Schale 144 schwer handhabbar sein, weshalb gemäß Fig. 6 vorgesehen ist, das Anbindungselement 138 mit einer Mehrzahl von Anbindungssegmenten 180, 182 auszubilden, die aufgrund geringerer Erstreckung in Radialrichtung und aufgrund eines möglichen winkelmäßigen Versatzes α (vgl. Fig. 7) zueinander sehr feinfühlig an starke Krümmungen der inneren Schale 144 anpassbar sind. Bevorzugt sind hierbei die Anbindungssegmente 180, 182 ebenso

auch wie ein einstückiges Anbindungselement 138 gemäß Fig. 4 ebenflächig ausgebildet, was die linke Zeichnungsseite der Fig. 7 in anschaulicher Weise zeigt. Aufgrund dieser Ebenflächigkeit kann die Aussparung 142 hinreichend schmal bemessen werden, so dass das jeweilige Anbindungselement 138 nahezu ohne
5 Spiel insbesondere in Umfangsrichtung der inneren Schale 144 und daher im wesentlichen klapperfrei eingesetzt werden kann. Selbstverständlich sollte die Aussparung 142 dann, wenn eine Mehrzahl von Anbindungssegmenten 180, 182 jeweils unter einem Winkel α zueinander eingefügt werden soll, mit Aussparungsabschnitten 186, 188 ausgebildet sein, die ebenfalls unter dem Winkel
10 α zueinander ausgerichtet und daher bestmöglich an die Anbindungssegmente 180, 182 angepasst sind.

Die Ebenflächigkeit der Anbindungselemente 138 oder der Anbindungssegmente 180, 182 hat außer dem erwähnten Vorteil besserer Klapperfreiheit weiterhin eine
15 einfachere Fertigung der inneren Schale 144 zur Folge, da die Aussparung 142 oder die Aussparungsabschnitte 186, 188 vor Herstellung der Krümmung an der inneren Schale 144 herausgetrennt werden und bei umso stärkerer Krümmung der inneren Schale 144 der immer stärkeren Gefahr unterliegen, bezüglich ihrer räumlichen und geometrischen Ausbildung relativ zum Anbindungselement 138 oder zu den
20 Anbindungssegmenten 180, 182 verändert zu werden. Dieses Risiko wäre bei gekrümmter Ausführung des Anbindungselementes 138 oder der Anbindungssegmente 180, 182 ungleich stärker als bei der jetzt vorliegenden ebenflächigen Ausbildung. Selbstverständlich trifft dieses Problem auch bei den der äußeren Schale 33 des Turbinenrades 35 zugewandten Anbindungselementen 127
25 bis 129 zu, jedoch würde dort wegen der geringeren Krümmung der äußeren Schale 33 die Ebenflächigkeit als nicht so gravierend vorteilhaft empfunden als bei den über die Schaufelkante 136 hinausragenden Anbindungselementen 138 oder 180, 182.

Im Gegensatz zu den Fig. 1 bis 7, die sich mit der Verbindung beispielsweise der
30 Schaufeln 124 mit den Schalen 33, 144 des Turbinenrades 35 beschäftigen, zeigen die Fig. 8 bis 11 unterschiedliche Bearbeitungsschritte zur Herstellung der Schaufeln 124. Selbstverständlich sind diese Bearbeitungsschritte ebenso für die Herstellung der Schaufeln 102 für das Pumpenrad 11 geeignet, so dass zur Vermeidung von

Wiederholungen auf eine explizite Beschreibung im Hinblick auf die Schaufeln 102 verzichtet wird. Ein Unterschied bei den Schaufeln 102 gegenüber den Schaufeln 124 besteht lediglich im Wegfall der beispielsweise in Fig. 8 erkennbaren Anbindungselemente gegenüber der Schalenkante 126, was auf die beschriebenen Herstellungsschritte der Schaufeln aber keinen Einfluss nimmt.

Beginnend mit Fig. 10, zeigt diese eine Bandrolle 214, von der durch ein Trennmesser 218 jeweils in gleichen Schnittlängen Schaufelplatinen 206 abgetrennt werden. Diese Schaufelplatinen 206 bestehen mit Vorzug gemäß Fig. 11 aus einem Trägermaterial 222, wie beispielsweise üblicher Stahl (DD 03), der durch beidseitige Aufwalzung einer Beschichtung 224 aus Kupfer kupferplattiert ist. Die Schaufelplatinen 206 können mit Positionierbohrungen 213 (vgl. Fig. 8) ausgebildet sein, in welche an einem Transportelement 216 vorgesehene Positionierzapfen 217 eingreifen. Durch das Transportelement 216 werden die Schaufelplatinen 206 nach Trennung von der Bandrolle 214 weiteren Bearbeitungsstationen zugeführt.

In einer dieser Bearbeitungsstationen wird die Schaufelplatine 206 derart bearbeitet, dass gemäß Fig. 8 ein die Positionierbohrungen 213 beinhaltender Platinenrahmen 212 verbleibt, an welchem Fixierstege 208, 210 für die Schaufel 124 vorgesehen sind. Der restliche Teil der Schaufelplatine 206 wird dagegen durch einen Freistellungsbereich 234 gebildet, in welchem Platinenmaterial 220 durch Bearbeitungsvorgänge aus der Schaufelplatine 206 entfernt wird.

Zwischen den beiden Fixierstegen 208 und 210 ist eine Verbindungslinie eingezeichnet, welche die Bezugsziffer 202 trägt. Bei dieser Verbindungslinie handelt es sich um eine Neutrallinie 202 der Schaufel 124, wobei die Schaufel sich im Verlaufsbereich der Neutrallinie 202 durch Ebenflächigkeit auszeichnet. Vorzugsweise ist der Bereich gemäß Fig. 8 rechts der Neutrallinie 202 durch eine Zone 200 mit Schaufelkrümmung ausgebildet, während der Bereich links der Neutrallinie 202 gekrümmt oder ebenflächig ausgebildet sein kann. Ebenfalls ebenflächig ist, wie bereits erläutert, das in Fig. 8 eingezeichnete Anbindungselement 138.

Die in Fig. 8 herausgehobene Einzelheit Z findet in Fig. 9 eine vergrößerte Darstellung. Das ebenflächige Anbindungselement 138 führt an seiner in Fig. 9 rechten Seite von einer Wurzel 193 mittels eines Überganges 191 zur benachbarten Schaufelkante 136, wobei dieser Übergang 191 mittels eines
5 Entlastungsfreischchnittes 195 vergrößert ist, welcher, ausgehend von der Wurzel 193 des Anbindungselementes 138, über die Schaufelkante 136 in die Schaufel 124 hineingreift und von dort aus mittels eines vorbestimmten Übergangsradius 197 zur Schaufelkante 136 zurückführt. Durch diesen Entlastungsfreischchnitt 195 ist folgende vorteilhafte Wirkung erzielbar:

10 Beim Entfernen von Platinenmaterial 220 aus dem Freistellungsbereich 234 wird ein von der Oberseite der Schaufelplatine 206 kommendes Schneidwerkzeug einen Teil des Platinenmaterials 220 durch Feinschneiden trennen, den restlichen, darunter liegenden Teil des Platinenmaterials 220 allerdings brechen. An dieser Bruchstelle
15 wird insbesondere dann, wenn es sich bei dem Platinenmaterial 220 um ein durch Kupferplatinierung beschichtetes Trägermaterial 222 handelt, ein in Fig. 9 strichliniert dargestellter Schneidgrad 199 in die weichere Beschichtung des Kupfers hineingedrückt. Da das Kupfer benötigt wird, um die Schaufel 124 nach Einsetzen in die Schalen 33,144 durch Erhitzung im Sinne eines Heißlotes zu verbinden, wird es
20 bei diesem Vorgang vom Schneidgrad entfernt, so dass dieser nun frei liegend, insbesondere am Übergang 191 von dem ebenflächigen Anbindungselement 138 zur Zone 200 mit Schaufelkrümmung als nachteilig empfunden wird. Durch Ausbildung des Entlastungsfreischchnittes 195 wird einerseits der Schneidgrad 199 aus dem vergleichsweise kritischen Übergangsbereich zwischen Schaufelkante 136 und
25 Anbindungselement 138 entfernt und andererseits ein großvolumiger Übergang zwischen dem ebenflächigen Anbindungselement 138 und der Zone 200 mit Schaufelkrümmung hergestellt.

30 Was die andere Wurzel 192 des Anbindungselementes 138 betrifft, so treten vergleichbare Probleme zutage, zumal nach Durchführung einer Abtrennung der Schaufel 124 vom Fixiersteg 208 ein in Fig. 9 strichliniert gezeichneter Schneidgrad 198 verbleibt. Auch hier wird zur Entnahme dieses Schneidgrades 198 aus einem vergleichsweise kritischen Bereich sowie zum Ausgleich eventueller

Krümmungsunterschiede, die zwischen der Wurzel 192 des Anbindungselementes 138 und der Neutrallinie 202 vorhanden sein können, großflächig ausgeglichen. Es werden daher Entlastungsfre Schnitte 194 beidseits der Ansatzstelle des Fixiersteges 208 an der Schaufel 124 vorgenommen.

5

Bei der bereits erwähnten Entfernung von Platinenmaterial 220 aus dem Freistellungsbereich 234 der Schaufelplatine 206 wird selbstverständlich auch an der Schaufelkante 126 sowie an den Stellen der Schaufel 124, die im Turbinenrad 35 als Strömungseintrittskante 122 sowie als Strömungsaustrittskante 123 dienen, ein
10 Schneidgrad entstehen. Während dieser Schneidgrad entlang der Schaufelkante 126 eher von untergeordneter Bedeutung ist, könnte der Schneidgrad im Bereich der Strömungseintrittskante 122 und/oder der Strömungsaustrittskante 123 Nachteile im Strömungsverlauf des hydrodynamischen Kreises 100 zur Folge haben. Aus diesem Grund kann die Schaufelplatine 206 entweder nach Entfernung von Platinenmaterial
15 220 aus dem Freistellungsbereich 234 oder aber bei einem späteren Fertigungsabschnitt durch einen Prägevorgang im Bereich der Strömungseintrittskante 122 und/oder der Strömungsaustrittskante 123 geglättet werden. Dieser Prägevorgang führt, wie beispielsweise Fig. 4 anschaulich zeigt, zu einer Verjüngung der Strömungseintrittskante 122 sowie der Strömungsaustrittskante
20 123 der Schaufel 124, was sich auch auf das Strömungsverhalten im hydrodynamischen Kreis 100 positiv auswirkt.

Als weitere Arbeitsschritte an der Schaufelplatine 206 nach Entfernen von Platinenmaterial 220 aus dem Freistellungsbereich 234 ist vorstellbar, die Schaufeln
25 124 jeweils mit einer Zone 200 mit Schaufelkrümmung auszubilden, die in einer ersten Krümmungsebene 230 von der Strömungsaustrittskante 123 der Schaufel 124 ausgehend in Richtung zur Neutrallinie 202 verläuft (vgl. Fig. 4). Die Zone 200 kann mit einer weiteren Schaufelkrümmung versehen sein, die sich über eine zweite Krümmungsebene 232 entlang der Strömungsaustrittskante 123 erstreckt. Auch die
30 letztgenannte Schaufelkrümmung ist in Fig. 4 erkennbar, und zwar am Verlauf der Strömungsaustrittskante 123. Des Weiteren ist in Fig. 4 zum besseren Verständnis die Neutrallinie 202 strichliniert angedeutet, da diese in eine ebenflächige Zone 204 der Schaufel 124 überführt.

5

Patentansprüche

10

15

20

25

30

1. Hydrodynamischer Drehmomentwandler mit einem zumindest ein Pumpen- und ein Turbinenrad aufweisenden hydrodynamischen Kreis, wobei jedes dieser Laufräder mit einer äußeren Schale zur Aufnahme einer zur Bildung von Strömungskammern dienenden Beschaukelung versehen ist, deren Schaufeln jeweils an ihren von der jeweiligen äußeren Schale abgewandten Schaufelkanten mit einer als Teil eines Innentorus wirksamen inneren Schale versehen sind, wobei zumindest die Schaufeln des Turbinenrades sowohl an ihren der äußeren Schale zugewandten Schaufelkanten als auch an ihren der inneren Schale zugewandten Schaufelkanten über Anbindungselemente verfügen, die zur Verbindung der Schaufeln mit den Schalen Aussparungen in den letztgenannten durchgreifen und hierfür einen vorbestimmten Mindestüberstand gegenüber der jeweils zugeordneten Schaufelkante aufweisen, und der Mindestüberstand eine plastische Verformung der Anbindungselemente zur Herstellung einer Befestigung der Schaufeln an den Schalen durch Hintergreifung derselben an deren jeweils von den Schaufeln abgewandten Rückseiten ermöglicht,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Reduzierung der Anzahl der Anbindungselemente (138) an der der inneren Schale (144) des Turbinenrades (35) zugewandten Schaufelkante (136) um jeweils ein Anbindungselement (138) zur Aufrechterhaltung der vorbestimmten Betriebsfestigkeit gegenüber dem durch den hydrodynamischen Kreis (100) erzeugten Druck durch Erhöhung der Anzahl der Anbindungselemente (127, 128, 129) an der der äußeren Schale (33) zugewandten Schaufelkante (126) um jeweils ein Anbindungselement (129) kompensiert wird.

2. Hydrodynamischer Drehmomentwandler mit einem zumindest ein Pumpen- und ein Turbinenrad aufweisenden hydrodynamischen Kreis, wobei jedes dieser Laufräder mit einer äußeren Schale zur Aufnahme einer zur Bildung von Strömungskammern dienenden Beschaufelung versehen ist, deren
5 Schaufeln jeweils an ihren von der jeweiligen äußeren Schale abgewandten Schaufelkanten mit einer als Teil eines Innentorus wirksamen inneren Schale versehen sind, wobei zumindest die Schaufeln des Turbinenrades sowohl an ihren der äußeren Schale zugewandten Schaufelkanten als auch an ihren der inneren Schale zugewandten Schaufelkanten über Anbindungselemente
10 verfügen, die zur Verbindung der Schaufeln mit den Schalen Aussparungen in den letztgenannten durchgreifen und hierfür einen vorbestimmten Mindestüberstand gegenüber der jeweils zugeordneten Schaufelkante aufweisen, und der Mindestüberstand eine plastische Verformung der Anbindungselemente zur Herstellung einer Befestigung der Schaufeln an den
15 Schalen durch Hintergreifung derselben an deren jeweils von den Schaufeln abgewandten Rückseiten ermöglicht,
dass wenigstens eines der Anbindungselemente (128) lediglich entlang eines Haltesegmentes (154) mit einem für die Hintergreifung der Rückseite (134) der zugeordneten Schale (33) des entsprechenden Laufrades (35)
20 hinreichenden Mindestüberstand (156) ausgebildet ist, während ein Positioniersegment (158) des Anbindungselementes (128) auf einen gegenüber dem Mindestüberstand (HM) kleineren Restüberstand (HR) begrenzt ist.

25 3. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass sich das nur Haltesegment (154) und mit Positioniersegment (158) ausgebildete Anbindungselement (128) im Bereich zumindest eines radialen Erstreckungsendes (170) der Schaufel (124) befindet.

30 4. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Positioniersegment (158) des Anbindungselementes (128) im

Bereich des jeweiligen radialen Erstreckungsendes (170) der Schaufel (124) vorgesehen ist.

5. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 2, 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Positioniersegment (158) in die zugeordnete Aussparung (132) der Schale (33) eindringt, jedoch im wesentlichen nicht über die von der Schaufel (124) abgewandte Rückseite (134) der Schale (33) hinausragt.

6. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Positioniersegment (158), ausgehend vom Haltesegment (154), mit über die Erstreckungslänge (L1) üblicher Anbindungselemente (128) hinausragender Erstreckungslänge (L2) in der Aussparung (132) verläuft.

7. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Positioniersegment (158) an seinem vom Haltesegment (154) abgewandten Segmentende über einen Stützabschnitt (162) verfügt, der nach Einführung in die zugeordnete Aussparung (132) der entsprechenden Schale (33) an einer Begrenzung (164) dieser Aussparung (132) in Anlage kommt.

8. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Positioniersegment (158) mittels des Stützabschnittes (162) unter vorbestimmter Vorspannung an der Begrenzung (164) der Aussparung (132) in Anlage kommt.

9. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 2 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass dem das Haltesegment (154) sowie das Positioniersegment (158) umfassenden Anbindungselement (128) ein weiteres Anbindungselement (127) an der gleichen Schaufel (124) zugeordnet ist, das an seinem vom

Stützabschnitt (162) des Positioniersegmentes (158) abgewandten Ende einen zusätzlichen Stützabschnitt (166) aufweist, der unter vorbestimmter Vorspannung an einer Begrenzung (168) einer zugeordneten Aussparung (130) in Anlage kommt.

5 10. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

10 dass ein erstes Anbindungselement (127) ebenso wie die demselben zugeordnete Aussparung (130) im wesentlichen angrenzend an eine Strömungseintrittskante (122) der Schaufel (124) und ein zweites Anbindungselement (128) ebenso wie die demselben zugeordnete Aussparung (132) im wesentlichen angrenzend an eine Strömungsaustrittskante (123) der Schaufel (124) vorgesehen ist.

15 11. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass in Erstreckungsrichtung zwischen dem ersten Anbindungselement (127) und dem zweiten Anbindungselement (128) zumindest ein weiteres Anbindungselement (129) an der betreffende Schaufelkante (126) vorgesehen ist, während die entgegengesetzte Schaufelkante (136) zumindest ein Anbindungselement (138) aufweist.

25 12. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 2 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

30 dass eine Reduzierung der Anzahl der Anbindungselemente (138) an der inneren Schale (144) des Turbinenrades (35) zugewandten Schaufelkante (136) um jeweils ein Anbindungselement (138) zur Aufrechterhaltung der vorbestimmten Festigkeit gegenüber dem durch den hydrodynamischen Kreis (100) erzeugten Druck durch Erhöhung der Anzahl der Anbindungselemente (127, 128, 129) an der der äußeren Schale (1) zugewandten Schaufelkante (126) um jeweils ein Anbindungselement (129) kompensiert wird.

13. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,

dass jede Schaufel (124) zumindest an demjenigen radialen
Erstreckungsende (170), das zu dem mit Haltesegment (154) und
Positioniersegment (158) ausgebildeten Anbindungselement (128) einen
größtmöglichen Abstand einnimmt, eine die Erstreckungsweite der Schaufel
(124) in dieser Richtung begrenzende Anfasung (174) aufweist.

14. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Anfasung (174) die Strömungseintrittskante (122) am
Erstreckungsende (170) der Schaufel (124) radial begrenzt ist.

15. Hydrodynamischer Drehmomentwandler mit einem zumindest ein Pumpen-
und ein Turbinenrad aufweisenden hydrodynamischen Kreis, wobei jedes
dieser Laufräder mit einer äußeren Schale zur Aufnahme einer zur Bildung
von Strömungskammern dienenden Beschaufelung versehen ist, deren
Schaufeln jeweils an ihren von der jeweiligen äußeren Schale abgewandten
Schaufelkanten mit einer als Teil eines Innentorus wirksamen inneren Schale
versehen sind, wobei zumindest die Schaufeln des Turbinenrades sowohl an
ihren der äußeren Schale zugewandten Schaufelkanten als auch an ihren der
inneren Schale zugewandten Schaufelkanten über Anbindungselemente
verfügen, die zur Verbindung der Schaufeln mit den Schalen Aussparungen in
den letztgenannten durchgreifen und hierfür einen vorbestimmten
Mindestüberstand gegenüber der jeweils zugeordneten Schaufelkante
aufweisen, und der Mindestüberstand eine plastische Verformung der
Anbindungselemente zur Herstellung einer Befestigung der Schaufeln an den
Schalen durch Hintergreifung derselben an deren jeweils von den Schaufeln
abgewandten Rückseiten ermöglicht,

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest eines der Anbindungselemente (138), die an den der inneren
Schale (144) zugewandten Schaufelkanten (136) vorgesehen sind, mehrteilig
mit einzelnen Anbindungssegmenten (180, 182) ausgebildet ist.

16. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei dem jeweils zumindest einen mehrteiligen Anbindungselement (138) die einzelnen Anbindungssegmente (180, 182) mit einem von der Krümmung der Schaufeln (124) abhängigen Winkelversatz (α) zueinander angeordnet sind.

17. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei Anordnung der einzelnen Anbindungssegmenten (180, 182) mit Winkelversatz (α) zueinander die inneren Schale (144) des jeweiligen Laufrades (11, 35) mit einer Aussparung (184) versehen ist, die über Aussparungsabschnitte (186, 188) verfügt, die in Anpassung an den Winkelversatz (α) zwischen den Anbindungssegmenten (180, 182) über einen entsprechenden Winkelversatz (α) an einander angrenzen.

18. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,

dass an zumindest einem Anbindungselement (138) wenigstens ein Übergang (190, 191) von einer Wurzel (192, 193) des Anbindungselementes (138) zur benachbarten Schaufelkante (136) mit einem Entlastungsfreischnitt (194, 195) ausgebildet ist, welcher, ausgehend von der Wurzel (192, 193) des Anbindungselementes (138), über die Schaufelkante (136) in die Schaufel (#) hineingreift und von dort aus mittels eines vorbestimmten Übergangsradius (196, 197) zur Schaufelkante (136) zurück führt.

19. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass durch den Entlastungsfreischnitt (194, 195) ein herstellungsbedingter Schneidgrat (198, 199) der Schaufel (124) innerhalb des Bereichs des Übergangs (190, 191) von der Wurzel (192, 193) des Anbindungselementes (138) zur benachbarten Schaufelkante (136) entfernbar ist.

20. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet,

dass durch den Entlastungsfreischnitt (195) ein Ausgleich innerhalb einer Zone (200) mit Schaufelkrümmung und dem Anbindungselement (138) herstellbar ist.

21. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zone (200) mit Schaufelkrümmung entlang einer Neutrallinie (202) der Schaufel (124) in eine ebenflächige Zone (204) übergeht, wobei die Schaufel (124) für ihre Herstellung und vor Einbau in das Turbinenrad (35) Teil einer Schaufelplatine (206) ist, an welcher die Schaufel (124) über Fixierstege (208, 210) gehalten ist, die, von einem Platinenrahmen (212) ausgehend, im Schnittbereich der Neutrallinie (202) mit der jeweiligen Schaufelkante (126, 136) an der Schaufel (124) angreifen.

22. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Schaufel (124) durch einen fertigungstechnischen Trennvorgang von den Fixierstegen (208, 210) und damit vom Platinenrahmen (212) lösbar ist.

23. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 20 bis 22,

dadurch gekennzeichnet,

dass an der Schaufelplatine (206) mittels fertigungstechnischer Bearbeitungsvorgänge Platinenmaterial (220) aus einem Freistellungsbereich (234) der Schaufelplatine (206) entfernbar ist.

24. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 18 bis 23,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Schaufelplatine (206) aus einem metallischen Trägermaterial (222)

mit einer Beschichtung (224) für zumindest eine Platinenseite (226, 228) besteht.

25. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 24,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beschichtung (224) für die zumindest eine Platinenseite (226, 228) in Form einer Kupferplatinierung vorliegt.

26. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 23 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Schaufelplatine (206) von einer Bandrolle (214) abtrennbar ist.

27. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 23 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Schaufelplatine (206) einem die Oberfläche der Schaufel (124) glättenden Prägevorgang zumindest im Bereich der Strömungseintrittskante (122) und/oder der Strömungsaustrittskante (123) der Schaufel (124) unterzogen wird.

28. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach einem der Ansprüche 20 bis 27;

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zone (200) mit Schaufelkrümmung zumindest eine erste Krümmungsebene (230) aufweist, die von der Strömungsaustrittskante (123) der Schaufel (124) ausgehend in Richtung zur Neutrallinie (202) verläuft.

29. Hydrodynamischer Drehmomentwandler nach Anspruch 28,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zone (200) mit Schaufelkrümmung wenigstens über eine zweite Krümmungsebene (232) entlang der Strömungsaustrittskante (123) verfügt.

Patentanmeldung

5

Zusammenfassung

Ein hydrodynamischer Drehmomentwandler verfügt über einen zumindest ein
10 Pumpen- und ein Turbinenrad aufweisenden hydrodynamischen Kreis, wobei jedes
dieser Laufräder mit einer äußeren Schale zur Aufnahme einer zur Bildung von
Strömungskammern dienenden Beschaukelung versehen ist, deren Schaufeln jeweils
an ihren von der jeweiligen äußeren Schale abgewandten Schaufelkanten mit einer
als Teil eines Innentorus wirksamen inneren Schale versehen sind. Zumindest die
15 Schaufeln des Turbinenrades sind sowohl an ihren der äußeren Schale
zugewandten Schaufelkanten als auch an ihren der inneren Schale zugewandten
Schaufelkanten mit Anbindungselementen ausgebildet, die zur Verbindung der
Schaufeln mit den Schalen Aussparungen in den letztgenannten durchgreifen und
hierfür einen vorbestimmten Mindestüberstand gegenüber der jeweils zugeordneten
20 Schaufelkante aufweisen. Der Mindestüberstand ermöglicht eine plastische
Verformung der Anbindungselemente zur Herstellung einer Befestigung der
Schaufeln an den Schalen durch Hintergreifung derselben an deren jeweils von den
Schaufeln abgewandten Rückseiten. Es sind Maßnahmen an den
Anbindungselementen vorgesehen, um unter Aufrechterhaltung der vorbestimmten
25 Betriebsfestigkeit gegenüber dem durch den hydrodynamischen Kreis erzeugten
Druck auch bei Laufrädern mit extrem kleiner radialer Erstreckung und dadurch
bedingter starker Krümmung der zur Aufnahme der Schaufeln bestimmten äußeren
und inneren Schalen eine problemlose Einbringung und Befestigung der Schaufeln
sicher zu stellen.

30

Bezugszeichenliste

5		1	Wandlergehäuse
		2	Mittenachse
10		3	Lagerzapfen
		5	Wandlerdeckel
		7	Befestigungselement
		9	äußere Schale des Pumpenrades
		11	Pumpenrad
15		13	Pumpenradnabe
		15	Axiallagerung
		17	Leitradnabe
		19	Freilauf
		21,23	Radialansätze der Leitradnabe
20		25	Leitrad
		27,28	Axiallagerung
		29	Torsionsschwingungsdämpfernabe
		31	Torsionsschwingungsdämpfer
		33	äußere Schale des Turbinenrades
25		35	Turbinenrad
		36	Fuß des Turbinenrades
		37	Anschlag
		39	Außenlamellenträger
		41	Überbrückungskupplung
30		43,45,47	Federfenster
		49	Umfangsfedersatz
		51	Außenlamellen
		53	Reibbeläge

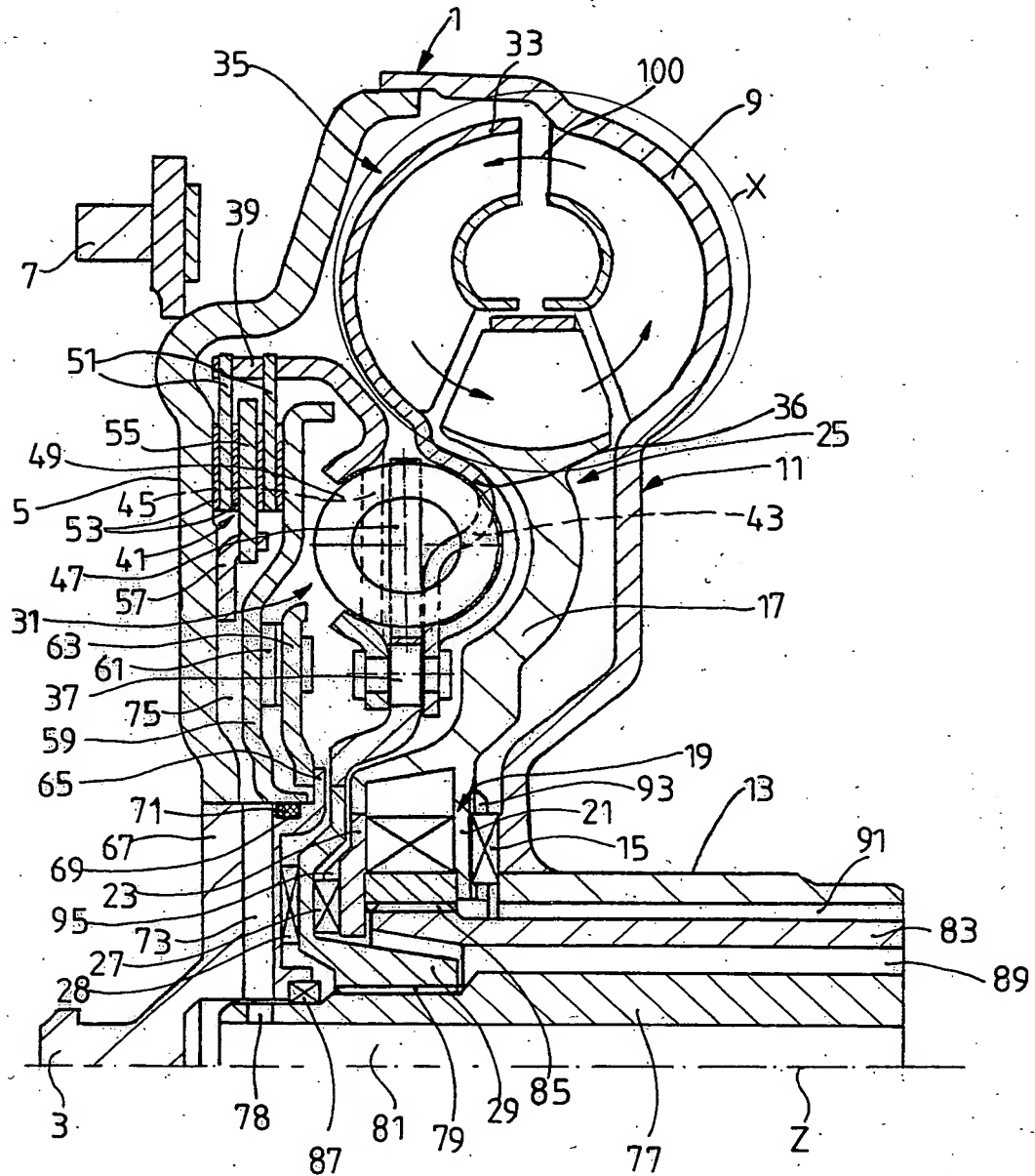
	55	Innenlamelle
	57	Drehsicherung
	59	Kolben
	61	Tangentialblattfeder
5	63	Halteelement
	65	Radialvorsprung
	67	Wandlerdeckelnabe
	69	Nutung
	71	Dichtung
10	73	Radialkanäle
	75	Druckkammer
	77	Getriebeeingangswelle
	78	Radialbohrungen
	79	Verzahnung
15	81	Innenbohrung
	83	Stützwelle
	85	Verzahnung
	87	Dichtung
	89,91	Ringkanäle
20	93,95	Durchflusskanäle
	100	hydrodynamischer Kreis
	102	Schaufeln des Pumpenrades
	104	äußere Schalenkante
	106	Nutungen der äußeren Schale
25	108	Schalenkante
	110	Anbindungselement
	114	innere Schale des Pumpenrades
	116	Aussparungen
	118	Rückseite der inneren Schale
30	120	Strömungsaustrittskante Pumpenrad
	121	Strömungseintrittskante Pumpenrad
	122	Strömungseintrittskante Turbinenrad
	123	Strömungsaustrittskante Turbinenrad

	124	Schaufeln des Turbinenrades
	126	Schaufelkante
	127	Anbindungselemente
	128	Anbindungselemente
5	129	Anbindungselemente
	130	Aussparung
	131	Aussparung
	132	Aussparung
	134	Rückseite der Schale
10	136	Schaufelkante
	138	Anbindungselement
	142	Aussparung
	144	innere Schale des Turbinenrades
	146	Rückseite der Schale
15	148	Innentorus
	150	Leitradschaufeln
	152	Leitradkranz
	154	Haltesegment
	158	Positioniersegment
20	162	Stützabschnitt
	164	Begrenzung
	166	Stützabschnitt
	168	Begrenzung
	170,172	Erstreckungsenden
25	174	Anfasung
	180,182	Anbindungselemente
	186,188	Aussparungsabschnitte
	190,191	Übergang
	192,193	Wurzel
30	194,195	Entlastungsfreischnitt
	196,197	Übergangsradius
	198,199	Schneidgrad
	200	Zone mit Schaufelkrümmung

	202	Neutrallinie
	204	ebenflächige Zone
	206	Schaufelplatine
	208,210	Fixierstege
5	212	Platinenrahmen
	213	Positionierbohrungen
	214	Bandrolle
	216	Transportelement
	217	Positionierzapfen
10	218	Trennmesser
	220	Platinenmaterial
	222	Trägermaterial
	224	Beschichtung
	226,228	Platinenseiten
15	230,232	Krümmungsebenen
	234	Freistellungsbereich

FRP Zi/ma

Fig.1



2/6

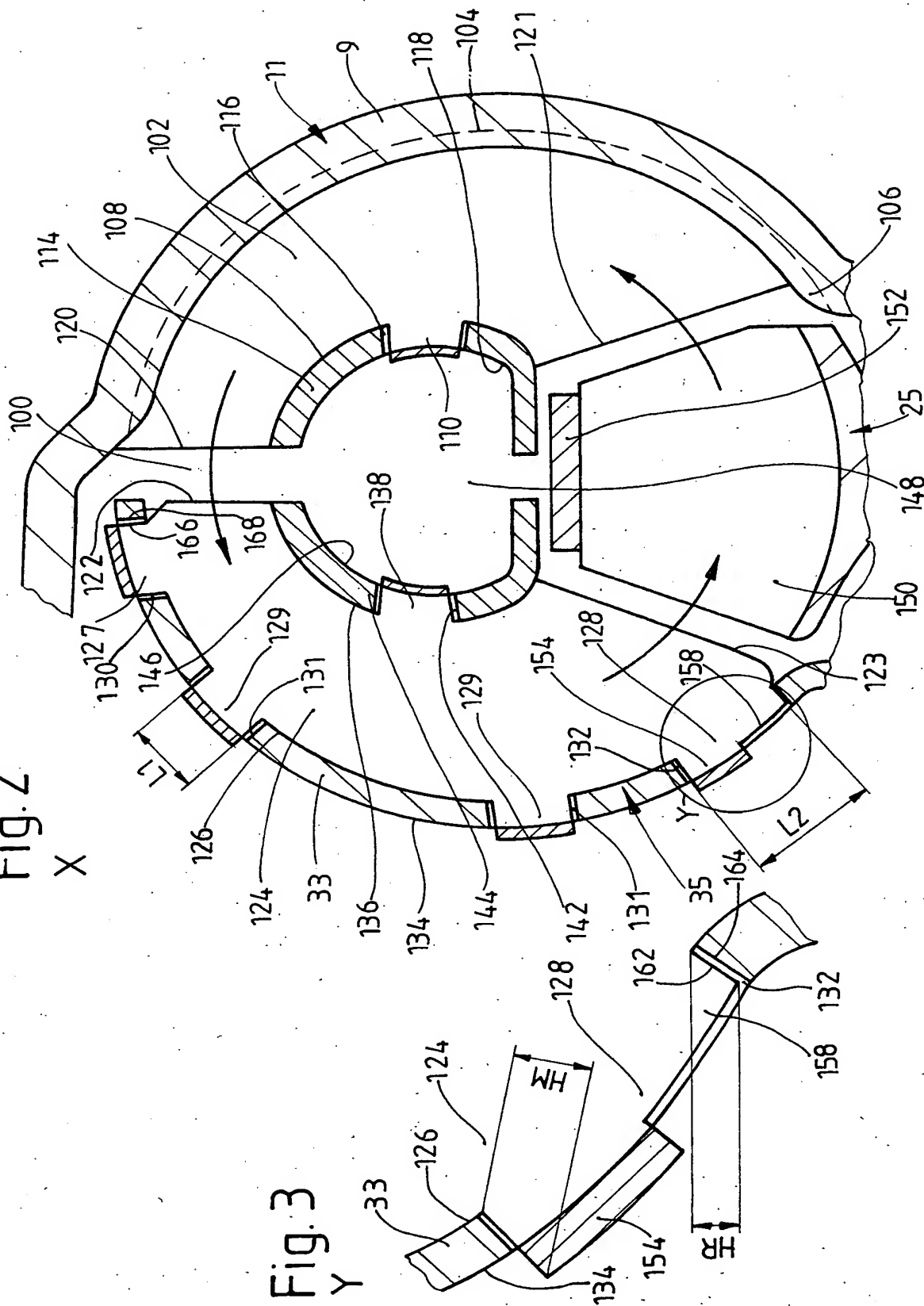
Fig. 2
XFig. 3
Y

Fig. 7

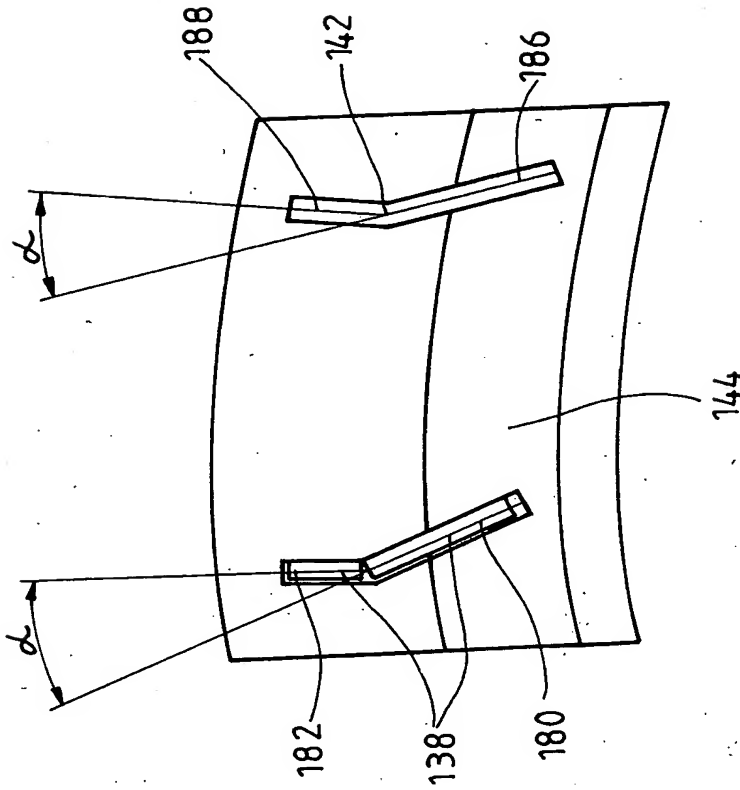


Fig. 6

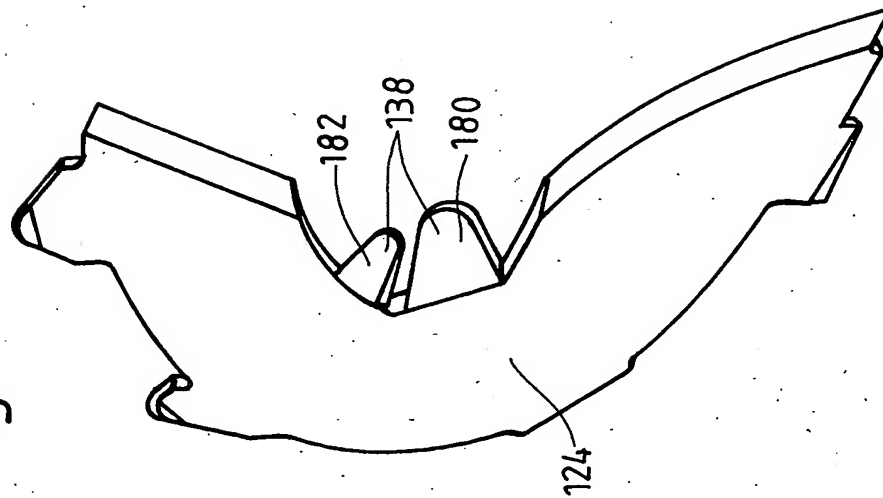


Fig. 8

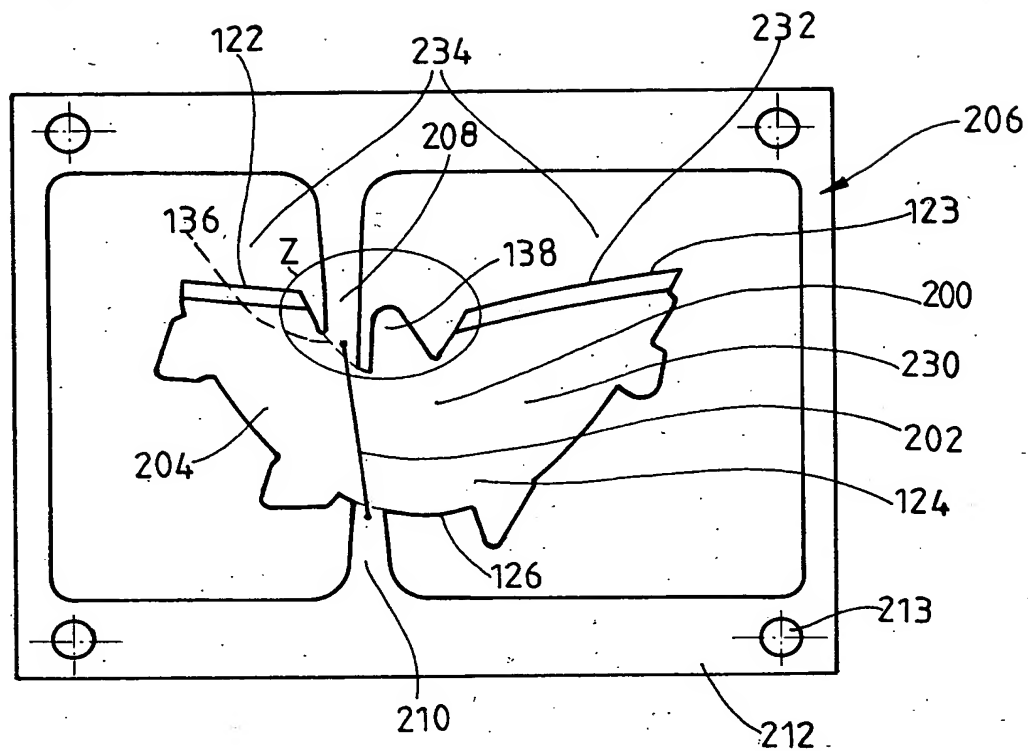
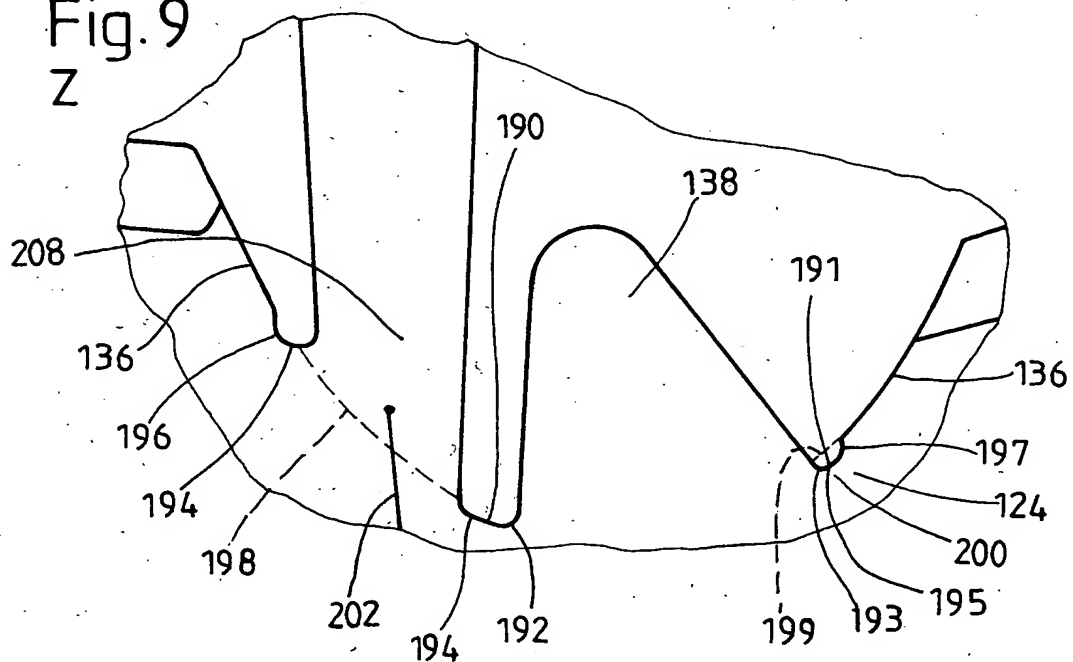
Fig. 9
Z

Fig. 10

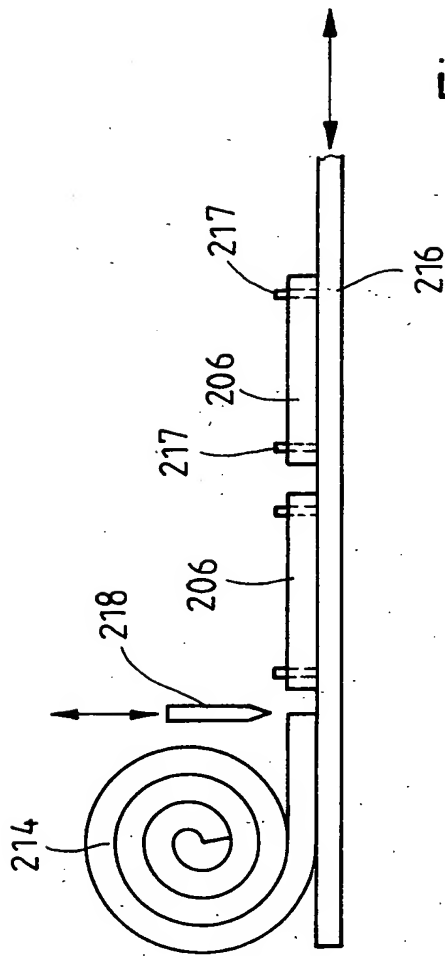


Fig. 11

